



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE SAÚDE E TECNOLOGIA RURAL
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA FLORESTAL
CAMPUS DE PATOS - PB

AVALIAÇÃO ESPACIAL DE ATRIBUTOS
QUÍMICOS DO SOLO NO SEMIÁRIDO

Maria Tábata Larissa Alexandre de Brito

Patos – Paraíba – Brasil

2010

Maria Tábata Larissa Alexandre de Brito

**AVALIAÇÃO ESPACIAL DE ATRIBUTOS
QUÍMICOS DO SOLO NO SEMIÁRIDO**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Patos/PB, para a obtenção do Grau de Engenheiro Florestal.

Orientador: Prof. Dr. Rivaldo Vital dos Santos

Patos – Paraíba – Brasil

2010

B862a Brito, Maria Tábata Larissa de.

Avaliação espacial de atributos químicos do solo no semiárido / Maria Tábata Larissa Alexandre de Brito. – Patos,PB: UFCG, CSTR, 2010.

40f.

Monografia (Graduação em Engenharia Florestal / Área de Concentração – Recursos Naturais) – UFCG CSTR.

Orientador: Prof. Dr. Rivaldo dos Santos

1. Solo. 2. Análise. 3. Nutrientes. Fertilidade. Nordeste I. Título.

UFCG/CSTR

CDU 631.41 (043)

MARIA TÁBATA LARISSA ALEXANDRE DE BRITO

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

**AVALIAÇÃO ESPACIAL DE ATRIBUTOS
QUÍMICOS DO SOLO NO SEMIÁRIDO**

Monografia aprovada como parte das exigências para a obtenção do Grau de Engenheiro Florestal pela Comissão Examinadora composta por:

Aprovada em: ____/____/____

Prof. Dr. RIVALDO VITAL DOS SANTOS (UAEF/UFCG)
Orientador

Prof. Dr. DIÉRCULES RODRIGUES DOS SANTOS (UAEF/UFCG)
1º Examinador

Prof. Dr. LEANDRO CALEGARI (UAEF/UFCG)
2º Examinador

Patos (PB), 26 de novembro de 2010

“O sertanejo é, antes de tudo, um forte.”

Euclídes da Cunha

Ao meu filho

Otávio de Brito Alves

Ao meu marido

Valdivan Soares Alves filho

Dedico

À minha mãe

Jacione da Silva Brito

Aos meu avós

Creuza Neves da Silva e Alfredo Oliveira Souza

Ao meu irmão

Cleriston Romero Alexandre de Brito

Ao meu pai

Edvaldo Alexandre de Brito

Ofereço

AGRADECIMENTOS

A Deus por sempre me dar uma nova chance;

Ao meu filho, por ser a luz da minha casa e trazer paz ao meu coração, pois Deus mostrou por ele que milagres acontecem;

Ao meu marido, pela paciência e companheirismo, me incentivando a superar todos os inúmeros obstáculos;

À minha mãe, que sozinha, dedicou a mim e meu irmão a melhor educação, nos preparando para as adversidades da vida e a buscarmos o nosso melhor;

Aos meus avós, pela confiança em mim depositada, pelo apoio incondicional, por sempre contribuírem para a minha vida e para meus estudos;

Ao meu padrinho José Carlos (*in memoriam*), por ter sido 'O meu pai', e a minha tia Lena por tudo que sempre fez por nós.

Ao meu irmão pela amizade e apoio por todos esses anos;

Aos meus amigos da universidade, por sempre me ajudarem quando precisava e pela amizade que sempre tivemos: Estevão, Idelgado, Bruna, Fábio, Érika, Gisnaldo, Íkallo, Tércio, Felipe, Roosevelt e Pierre;

Em especial à Claudia, Gilmar, Terezinha, Neto, Ana Flávia, Angeline, Izabela, Evanaldo, Tânia, Amanda e Nilvania, amigas pelo resto da vida;

Ao professor Rivaldo pela orientação nesta monografia, amizade e conhecimentos repassados durante a vida acadêmica;

A todos os professores do curso de Engenharia Florestal, por todo o ensinamento; e em especial àqueles com os que tive mais proximidade professores Gilvan, Ivonete, Elenildo, Patrícia, Alana, Assíria e Paulo Bastos, por não faltar sempre que precisei;

Ao professor Leandro Calegari, pela ajuda na realização das estatísticas do trabalho e participação na banca. Ao professor Diércules pela participação na banca;

Aos funcionários Damião, Ednalva, Ivanice e as meninas da biblioteca, pela ajuda. Em especial a Aminthas e Válter do Laboratório de Solos UFCG, pela realização e fornecimento das análises de solo,

A todos aqueles que porventura tenham me esquecido de citar seus nomes, que contribuíram para a realização deste trabalho e para o término da minha graduação, meus sinceros agradecimentos.

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1: Municípios de abrangência das amostras de solo.....	24
Tabela 2: Classes de interpretação dos atributos químicos do solo.....	25
Tabela 3: Estatística descritiva dos atributos químicos do solo	26

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1: Distribuição da freqüência (%) do pH em vários intervalos	27
Figura 2: Distribuição da freqüência (%) dos teores de Ca no solo.....	28
Figura 3: Distribuição da freqüência (%) dos teores de Mg no solo	29
Figura 4: Distribuição da freqüência (%) dos teores de K no solo	29
Figura 5: Distribuição da freqüência (%) dos teores de P no solo.....	30
Figura 6: Distribuição da freqüência (%) do PST (%) no solo	31
Figura 7: Distribuição da freqüência (%) dos teores de H + Al no solo	31
Figura 8: Distribuição da freqüência (%) da CTC do solo.....	32
Figura 9: Distribuição da freqüência (%) das SB.....	33
Figura 10: Distribuição da freqüência (%) da V% no solo	33
Figura 11: Distribuição da freqüência (%) da MO no solo	34

BRITO, Maria Tábata Larissa Alexandre de. **Avaliação espacial de atributos químicos do solo no semiárido** . 2010. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Patos - PB, 2010.

AVALIAÇÃO ESPACIAL DE ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO NO SEMIÁRIDO

RESUMO – Os solos da região semiárida caracterizam-se por serem pouco profundos, pedregosos e de fertilidade química elevada, devido a baixa atividade bioclimática da região, reduzida lixiviação de nutrientes e abundância de minerais primários facilmente intemperizáveis. Mas isso não será um mito? Os solos são realmente férteis? Visando elucidar tais questões a atual pesquisa objetiva diagnosticar a fertilidade dos solos em vários municípios do semiárido nordestino. A metodologia consistiu no levantamento de 645 análises químicas de solos, exceto matéria orgânica que foram 185, derivadas do semiárido dos Estados da Paraíba, Pernambuco, Rio Grande do Norte e Ceará, abrangendo 51 municípios. Os resultados foram tabelados, analisados empregando-se estatística descritiva e interpretados segundo a distribuição de sua frequência. A maioria dos atributos químicos revelou elevada variabilidade, predominância de reação levemente ácida, altos valores de cálcio, magnésio, potássio, soma de bases, valor T e saturação por bases e baixa concentração de fósforo, sódio, matéria orgânica e acidez potencial. Durante o manejo do solo deve-se atentar principalmente para a necessidade de fertilização fosfatada e orgânica.

Palavras-chave: solo, análise, nutrientes, fertilidade, nordeste

BRITO, Maria Tábata Larissa Alexandre de. 2010. **Evaluation of spatial attributes chemicals in soil semiarid**. Monograph (Graduation in Forestry) - University of Campina Grande, Health Centers and Rural Technology, Patos - PB, 2010.

EVALUATION OF SPATIAL ATTRIBUTES CHEMICALS IN SOIL SEMIARID

ABSTRACT - The soils of the semiarid region characterized by being shallow, rocky, high chemical fertility due to low activity of bioclimatic region, reduced leaching of nutrients and plenty of easily weathered primary minerals. But is not this a myth? The soil is really fertile? To elucidate these issues the current research aims to diagnose soil fertility in various counties in the semiarid northeast. The methodology consisted of survey of 645 chemical analysis of soil organic matter except that 185 were derived from the semiarid region of the States of Paraíba, Pernambuco, Rio Grande do Norte and Ceará, covering 51 counties. The results were tabulated and analyzed using descriptive statistics and interpreted according to the distribution of their frequency. Most chemical properties showed high variability, the predominance of reaction slightly acid, high amounts of calcium, magnesium, potassium, total bases, T value and base saturation and low concentrations of phosphorus, sodium, organic matter and potential acidity. During soil management must pay attention mainly to the need for fertilization and organic.

Keywords: soil analysis, nutrients, soil fertility, northeast

SUMÁRIO

	Página
1 INTRODUÇÃO	13
2 REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1 Análises dos solos.....	16
2.2 Fertilidade do solo	16
2.2.1 Avaliação da fertilidade do solo.....	16
2.2.2 Fertilidade do solo no semiárido.....	17
2.3 Determinações químicas.....	18
2.3.1 Reação do solo	18
2.3.2 Bases trocáveis Ca, Mg, K e Na.....	19
2.3.3 Fósforo	21
2.3.4 CTC ou valor T	21
2.3.5 Soma de Bases	22
2.3.6 Saturação por bases (V%)	22
2.3.7 Matéria orgânica.....	22
3 MATERIAL E MÉTODOS	24
3.1 Coleta de dados	24
3.2 Aspectos analíticos e instrumentais	24
3.3 Análise Estatística	25
3.4 Análise da fertilidade do solo.....	25
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
4.1 Estatística Descritiva	26
4.2 Análise da frequência dos atributos químicos no solo	27
4.2.1 pH.....	27
4.2.2 Cálcio	27
4.2.3 Magnésio.....	28
4.2.4 Potássio.....	29
4.2.5 Fósforo	29
4.2.6 Sódio	30
4.2.7 Acidez potencial (H+Al)	31
4.2.8 CTC.....	32
4.2.9 Soma de Bases	32
4.2.10 Saturação por Bases (%V)	33
4.2.11 Matéria Orgânica.....	33

5 CONCLUSÕES	35
REFERÊNCIAS	36

1 INTRODUÇÃO

A parte semiárida do Nordeste brasileiro compreende uma área de 982.563,3 km², quase toda no embasamento cristalino e sob forte irregularidade climática. Em 2004, o Ministério da Integração Nacional (MIN), em conjunto com o Ministério do Meio Ambiente (MMA), montou grupos de trabalhos para pesquisar e elaborar um estudo para redefinir a região, visando à melhor distribuição de políticas públicas. Assim, sofrendo um acréscimo de 102 municípios e de 9% de sua área, após o término da pesquisa, totalizando 1.113 municípios atualmente.

O clima e a qualidade dos solos da região semiárida apresentam limitações muito fortes para o desenvolvimento de atividades agropecuárias. Entre elas: Precipitação pluviométrica média anual inferior a 800 milímetros; Índice de aridez elevado, de até 0,5 (calculado pelo balanço hídrico que relaciona as precipitações e a evapotranspiração potencial), no período entre 1961 e 1990; E, risco de seca maior que 60%, tomando-se por base o período entre 1970 e 1990 (MIN, 2004).

A atividade agrícola sob condição de semiaridez é pouco intensa e não contínua. Apenas nos perímetros irrigados ou em pequenas áreas irrigadas há uma maior intensidade na produção vegetal. A agricultura de sequeiro apresenta baixo nível tecnológico e a preocupação com a aplicação de técnicas de manejo de solos, uso de insumos agrícolas ou monitoramento da fertilidade do solo é incipiente. A baixa produtividade dos solos deve-se, em grande parte, à deficiência hídrica, ao manejo inadequado, particularmente em terrenos de topografia acidentada, e à falta de sistemas de drenagem (MATALLO JÚNIOR, 2001).

Conceitualmente um solo fértil é aquele que apresenta os atributos químicos, físicos e biológicos favoráveis a produtividade vegetal e está livre de substâncias ou elementos tóxicos. Daí a necessidade de gerar-se novas informações relativas à fertilidade dos solos para dar suporte aos produtores da região.

Dentre os atributos considerados na identificação da fertilidade dos solos destacam-se: pH, matéria orgânica, teores de fósforo, cálcio, magnésio, potássio, sódio, hidrogênio mais alumínio, soma de bases, capacidade de troca de cátions e saturação por bases.

Apesar dos solos do semiárido apresentar a tendência de serem férteis, por outro lado devido a sua grande variabilidade espacial, eles podem apresentar algumas restrições químicas, ou algum elemento essencial ou atributo químico

limitante ao crescimento vegetal e a produtividade agrícola. A identificação dessa restrição de fertilidade é possível através da análise dos solos. Obviamente quanto maior o universo de amostras analisadas mais representativa serão as conclusões obtidas das análises.

Para o semiárido nordestino há escassas publicações com uma abordagem geral sobre a fertilidade dos solos. As publicações são pontuais de determinada área irrigada, fazendas ou lotes de terra. Carece de uma avaliação abrangente da fertilidade dos solos nessa região, a qual servirá como referência pelos agricultores, dando suporte aos mesmos durante o emprego de práticas de manejo, principalmente por ocasião da adubação e correção dos solos.

A avaliação da fertilidade dos solos é uma poderosa ferramenta no campo das ciências agrário-ambientais, sendo fundamental para o futuro da produção agrícola, quer na identificação de novas áreas com potencial para serem incorporadas aos sistemas produtivos, quer no aumento de produtividade das áreas já em uso. Dando suporte a projetos relativos aos diagnósticos da qualidade, fertilização química ou orgânica, limitação de nutrientes nos solos e recuperação de áreas degradadas, ultrapassando os limites da produção agrícola.

Adicionalmente, a avaliação da fertilidade dos solos é indispensável à recuperação de áreas intensamente perturbadas pela atividade humana, tais como, áreas de mineração, construção de estradas e grandes obras.

O presente trabalho tem como objetivo fazer um levantamento a respeito da fertilidade dos solos em municípios do semiárido nordestino, a partir de análises de solo realizadas no Laboratório de Solos da Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal/Campus de Patos-PB da UFCG.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Análises dos solos

Todo e qualquer programa para avaliação da fertilidade dos solos passa inicialmente pela etapa de amostragem dos solos. Em seguida vem a preparação das amostras, encaminhamento ao laboratório e finalmente, as determinações químicas, empregando metodologias específicas. As análises realizadas são pH, matéria orgânica, fósforo, cálcio, magnésio, sódio, alumínio, hidrogênio mais alumínio. A partir dessas são calculadas a soma por bases, a capacidade de troca de cátions (CTC ou valor T) e a saturação por bases (%V).

A preocupação primeira durante a coleta de amostras de solo é que seja representativa da área a ser preparada para cultivo. Sendo necessário fazer uma amostragem como se descreve a seguir:

- inicialmente, procede-se a divisão da área da propriedade em subáreas, levando-se em conta a topografia (baixada, plana, encosta ou topo), a vegetação ou cultura, cor do solo (amarelo, vermelho, cinza ou preto), bem como, textura (argilosa, média ou arenosa), grau de erosão, drenagem e, finalmente, o uso (virgem ou cultivado, adubado ou não); Considerando a variabilidade do terreno, a subárea não deve ser superior a 20 ha;

- as amostras são coletadas com um trado, uma sonda ou um cano galvanizado de uma ou $\frac{3}{4}$ polegadas de diâmetro, com uma enxada ou enxadeco. A amostragem é facilitada quando o solo está um pouco úmido;

- nunca coletar amostra em locais de formigueiro, monturo, coivara ou próximos a currais (limpar a superfície do terreno, caso tenha mato ou resto vegetal); Para cada subárea, coletar vinte amostras a uma profundidade de 0 - 20cm e outras vinte a uma profundidade de 20 - 40cm, colocando a terra em duas vasilhas limpas. Misturar toda terra coletada de cada profundidade e, da mistura, retirar uma amostra composta com aproximadamente 0,5kg de solo e colocá-la num saco plástico limpo ou numa caixinha de papelão. Identificar essas duas amostras e enviá-las ao laboratório.

Em pomares já estabelecidos, seguem-se esses mesmos procedimentos. A época recomendada para amostragem é após uma colheita e antes de efetuar a adubação de base para o novo ciclo de produção. As amostras devem ser coletadas

na projeção da copa das árvores, nos espaços correspondentes às faixas em que se distribuem os fertilizantes. Devem ser retiradas amostras de 0 – 20 e 20 – 40cm de profundidade. A retirada de amostras em outras profundidades é útil em alguns casos, como na avaliação da salinidade, devendo-se obter amostras compostas de 20 pontos. Aconselha-se repetir essa amostragem uma vez a cada dois anos, ou antes, quando for necessário. Recomenda-se ainda fazer amostragem de solo no espaço das entrelinhas, no caso da existência de cultura intercalar, ou quando se desconhece as características do solo antes da instalação do pomar, seguindo a mesma metodologia descrita anteriormente (EMBRAPA 2001).

Uma regra adequada para a amostragem de um solo é coletar sempre 20 amostras simples por amostra composta, qualquer que seja a área a amostrar.

A análise de solo é o veículo de transferência, ao agricultor, de informações sobre adubação e calagem oriundas da pesquisa. A eficiência dessa transferência depende, em grande parte, da qualidade das amostras retiradas, quer no processo de realização da pesquisa, quer na avaliação da fertilidade do solo de glebas de agricultores (RAIJ, 1991).

2.2 Fertilidade do solo

2.2.1 Avaliação da fertilidade do solo

A fertilidade do solo está relacionada com a nutrição mineral das plantas, no que diz respeito ao poder de fornecimento de nutrientes pelo solo e a absorção dos mesmos pelas plantas em quantidades suficientes. A análise química dos solos é o método mais utilizado para avaliar sua fertilidade. No entanto, há outros métodos: biológicos, químico-biológicos, físico-químico-biológicos, rápidos, visuais e através de adubação no campo (MELLO et al., 1983). O diagnóstico químico da fertilidade do solo, para ser adequado e confiável, deve apoiar-se em dois aspectos essenciais:

- uso de soluções extratoras adequadas da fração disponível dos nutrientes, ou seja, o método químico de extração de determinado elemento deve obter, verdadeiramente, a fração que está disponível à planta, no curso do seu ciclo de vida;

- utilização de níveis críticos confiáveis. A possibilidade de interpretar de forma adequada os valores obtidos em uma análise química, supõe classificar o

nível de disponibilidade do elemento como alto, médio ou baixo, por exemplo, o que implica no uso de valores críticos para cada nutriente e para cada solução extratora.

Estas duas premissas do diagnóstico se seguem através de extensos programas de investigação para diferentes tipos de solos e cultivos, os quais constituem o que é conhecido como calibração da análise.

2.2.2 Fertilidade do solo no semiárido

No semiárido nordestino, a degradação dos recursos naturais e, especialmente, a diminuição da fertilidade do solo, têm sido provocadas pelo aumento da intensidade do uso do solo e redução da cobertura vegetal nativa (MENEZES & SAMPAIO, 2002). A retirada da caatinga, vegetação nativa nas regiões semiáridas do Nordeste, aliada a longos períodos de estiagem, provoca acentuada degradação do solo, deixando-o descoberto e exposto por mais tempo à ação dos agentes climáticos, reduzindo, conseqüentemente seu potencial produtivo, causando danos muitas vezes irreversíveis ao meio (TREVISAN et al., 2002; SOUTO et al., 2005; SAMPAIO & ARAÚJO, 2005; MENEZES et al., 2005).

Atualmente, na região semiárida, o aumento contínuo do desmatamento para a introdução da agricultura e pecuária vem reduzindo a vegetação em torno de 2,7% ao ano (ARAÚJO FILHO & BARBOSA, 2000). As áreas desmatadas em função do corte de lenha, anualmente, atingem aproximadamente 1×10^6 ha, apenas para os estados do CE, RN, PB e PE (SAMPALIO & SALCEDO, 1997). Nestes ambientes são encontradas áreas degradadas, com solos desnudos, mais sujeitos aos processos erosivos e ao empobrecimento da sua fertilidade, áreas de vegetação rala, que possuem pouca estabilidade e estão sujeitas à degradação, como também áreas de cobertura vegetal densa, com grande diversidade de espécies que proporcionam boa cobertura ao solo, protegendo-o das ações climáticas e antrópicas (CHAVES et al., 2002).

Em geral, os solos da região semiárida do Nordeste do Brasil são pouco férteis devido principalmente, à baixa disponibilidade de N e P; a região é caracterizada pela predominância de pequenas propriedades com mão-de-obra familiar, cultivos agrícolas de subsistência e pecuária baseada no pastoreio da vegetação nativa. Os fertilizantes químicos comerciais são pouco utilizados em virtude do seu alto custo, do baixo poder aquisitivo da maioria dos agricultores e do

risco proporcionado pela variabilidade do regime de chuvas, por este motivo, a fertilidade dos solos depende, sobretudo, do manejo da matéria orgânica (TIESSEN et al., 1994; SALCEDO, 2004).

2.3 Determinações químicas

2.3.1 Reação do solo

A reação do solo refere-se às condições apresentadas pelo solo segundo as concentrações dos íons H^+ e OH^- na solução do solo. O parâmetro utilizado para classificar os solos é o pH. Valores de pH inferior a 7,0, igual a 7,0 e superior a 7,0 indicam solos ácidos, neutros e alcalinos, respectivamente.

Os solos brasileiros são, em sua maioria, naturalmente ácidos. Os solos podem ser ácidos devido ao material de origem ou a processos de formação que favorecem a remoção de bases como potássio, cálcio e magnésio. O cultivo de determinadas espécies vegetais e o uso de adubações, principalmente fertilizantes amoniacais e a uréia, podem, também, contribuir para a acidificação dos solos.

A relevância da avaliação da acidez dos solos deve-se ao fato que, isoladamente, representa o atributo que mais influencia a disponibilidade dos nutrientes às plantas, a fertilidade dos solos e a produtividade vegetal.

As conseqüências da acidez dos solos para as culturas são as mais variadas e contribuem para a baixa produtividade das mesmas. O alumínio e manganês podem atingir níveis tóxicos em solos ácidos devido a sua maior solubilidade nesses solos. A acidez diminui a população de microorganismos que decompõem a matéria orgânica e auxiliam na liberação do nitrogênio, fósforo e enxofre. A fixação simbiótica do nitrogênio é severamente reduzida em pH inferior a 6,0. Quando a CTC do solo é extremamente baixa, o que geralmente acontece em solos ácidos, o cálcio e magnésio podem ser deficitários. A disponibilidade do fósforo e molibdênio é reduzida. O pH baixo reduz a agregação das partículas em solos argilosos, causando baixa permeabilidade e aeração.

A acidez dos solos pode ser dividida em dois tipos: acidez ativa e acidez potencial. A acidez ativa é o hidrogênio dissociado, ou seja, na solução do solo na forma de H^+ e é expressa em valores de pH. A acidez potencial divide-se em acidez trocável e acidez não trocável. A acidez trocável refere-se aos íons H^+ e Al^{3+} que

estão retidos na superfície dos colóides do solo por forças eletrostáticas. A quantidade de hidrogênio trocável em condições naturais parece ser pequena. A acidez não trocável é representada pelo hidrogênio H^+ de ligação covalente, associado aos colóides com carga negativa variável e aos compostos de alumínio. Na prática, a acidez que devemos corrigir é a acidez potencial, pois é a que limita o crescimento das raízes e ocupa espaço nos colóides, possibilitando que nutrientes essenciais fiquem livres na solução e sejam lixiviados.

Especificamente nos solos da região nordeste os solos ácidos são dispersos, sendo encontrados principalmente nos tabuleiros da faixa litorânea, representados pelas classes dos LATOSSOLOS e PODZÓLICOS; podem ocorrer no interior, com clima semiárido, mas com menor intensidade de acidez.

Os materiais corretivos da acidez do solo mais usados na agricultura são rochas calcárias moídas, constituídas por misturas de minerais como a calcita e a dolomita, os quais possuem em sua composição carbonatos de cálcio e/ou magnésio, que são pouco solúveis em água (WEIRICH NETO et al., 2000).

De acordo com a recomendação de calagem (MUZILLI et al., 1978; RAIJ et al., 1985), a incorporação do calcário no solo deve ser feita mediante aplicação de metade da dose antes da aração e outra metade após, com posterior gradagem.

Há, inclusive, solos de reação alcalina, principalmente nas áreas irrigadas e nos perímetros irrigados, representados por solos com excesso de sais e de sódio. Quando o pH é ligeiramente alcalino, tendendo a alcalino, o desenvolvimento das culturas pode ser prejudicado devido à baixa disponibilidade do fósforo e/ou dos micronutrientes como ferro, manganês, cobre e zinco podendo, segundo Sharpley et al. (1988), ocorrer aumento do teor de fósforo na solução de solos sódicos, quando a saturação por sódio no complexo de troca aumentar. Se o Al e H adsorvidos no complexo de troca são substituídos por elementos alcalinos e alcalinos terrosos, como K, Ca, Mg, a concentração de H na solução do solo diminui, aumentando a de OH^- e o pH (FASSBENDER, 1986).

2.3.2 Bases trocáveis Ca, Mg, K e Na

Na análise dos solos para fins de fertilidade, as bases trocáveis dos solos são cálcio, magnésio e potássio. Sob condições de semiaridez, por encontrar-se, em alguns solos, em maiores concentrações, inclui-se o sódio. Algebricamente as bases

trocáveis são representadas por SB (Soma de Bases) e calculadas pela equação: $SB = Ca + Mg + K (+Na)$ e sua unidade é centimol de cargas por decímetros cúbicos ($cmol_c dm^{-3}$). Sua importância na fertilidade dos solos refere-se ao fato que são utilizadas no cálculo da saturação por bases (%V), além do fato de representarem de 60-90% do complexo de troca catiônica do solo, com concentrações mais expressivas do cálcio e do magnésio.

Os teores de bases trocáveis adequados no solo fornecem suporte a uma adequada nutrição mineral e produtividade das plantas, devido às funções essenciais que exercem: O cálcio compõe pectatos da lamela média, oxalato, carbonato, fitato e calmodulinas (funções estruturais); O magnésio faz parte da clorofila; o potássio está associado a ativação de mais de 60 enzimas e na regulação do potencial osmótico do vacúolo celular. Quanto ao sódio não é considerado elemento essencial para a maioria das culturas, sendo classificado como benéfico ou útil. Sua essencialidade foi comprovada para 10 espécies de *Atriplex vesicaria* da Austrália, e para plantas que apresentam via fotossintética C4, não se sabe se esse papel é bioquímico ou biofísico (EPSTEIN & BLOOM, 2006).

A salinidade dos solos é um dos problemas mais limitantes da produção agrícola em regiões áridas e semiáridas do mundo (GHEYI, 2000; MUNNS, 2002). Nos solos do Perímetro Irrigado do semiárido da Paraíba o sódio tem papel determinante, é encontrado em quantidades excessivas em solos salino-sódicos e sódicos, causando severa deterioração dos atributos químicos, físicos e biológicos; reduzindo sua fertilidade e provocando drástica degradação dos lotes e problemas sociais (SANTOS & MURAOKA, 1997). A presença do Na no meio de crescimento, além de causar toxidez, quando se acumula nos tecidos vegetais, pode acarretar mudanças na capacidade da planta em absorver, transportar e utilizar os íons essenciais ao seu crescimento.

Estudos em solos com problema de salinidade têm mostrado que o aumento na concentração de Na^+ é acompanhado pelo decréscimo na concentração de Ca^{2+} trocável, resultando em um desequilíbrio iônico que pode afetar o crescimento das plantas.

2.3.3 Fósforo

O fósforo é um nutriente encontrado na solução dos solos em quantidades mínimas, porém de extrema importância no metabolismo vegetal, por participar, dentre outras, da síntese de compostos energéticos como ATP, fonte de energia dos processos metabólicos. No solo, o fósforo é pouco móvel, pois é firmemente retido não sendo um nutriente facilmente sujeito à perdas por percolação. Entretanto, a erosão é a responsável pelas maiores perdas de fósforo, quando ocorrem perdas de matéria orgânica e partículas coloidais com fósforo. Além disso sua baixa mobilidade, alta capacidade de sofrer “fixação” por compostos do solo, reduz drasticamente sua disponibilidade às plantas.

Os solos em geral apresentam em torno de $0,1 \text{ mg kg}^{-1}$ de fósforo na solução do solo, fato que se aplica para as condições de semiárido. As funções do fósforo nas plantas são basicamente estruturais, presente nos ésteres de carboidratos, fosfolípidios, coenzimas e ácidos nucleicos (MALAVOLTA, 1989).

No semiárido nordestino, estudos sobre a distribuição dos reservatórios inorgânicos e orgânicos de P são raros e abrangem solos de poucos locais (TIESSEN et al., 1992; AGBENIN & TIESSEN, 1994; ARAÚJO et al., 2004), não permitindo que se agrupem essas informações por ordens de solo.

2.3.4 CTC ou valor T

O valor T corresponde a soma de bases acrescida do hidrogênio mais alumínio, ou seja, $T = Ca + Mg + K + (Na) + H + Al$, estando associada a mineralogia dos solos. Quanto maior a CTC maior a capacidade do solo de adsorver cátions, fato diretamente proporcional a quantidade e natureza das partículas sólidas do solo. Os solos com predominância da fração argila tende a apresentar maior superfície específica e número de cargas negativas dessa forma retém mais nutrientes, que potencialmente podem passar para a solução do solo e serem absorvidos pelas culturas. Além disso a CTC é usada para calcular a saturação por bases do solo, parâmetro utilizado na identificação de seu grau de fertilidade.

2.3.5 Soma de bases

É a soma de cálcio, magnésio, potássio, algumas vezes o sódio (Na), na forma trocável. A soma de bases trocáveis dá uma indicação do número de cargas negativas do colóide que está coberta por cátions. Quanto maior a soma de bases, maior a fertilidade do solo. É importante, pois junto com os valores de Capacidade de Troca de Cátions (CTC) efetiva e Al trocável, permite calcular a percentagem de saturação de Al e percentagem de saturação de bases desta CTC. Cálculo da Soma de Bases Trocáveis (S): $S = Ca^{2+} + Mg^{2+} + K^+ + (Na^+)$.

2.3.6 Saturação por bases (V%)

O conceito de saturação por base está relacionado ao fornecimento de bases (Ca, Mg, K) em níveis ótimos para o desenvolvimento das plantas. A filosofia da saturação por base é baseada no conceito de criar relações ideais de Ca, Mg e K no solo, para a produção máxima das culturas.

A saturação por bases é calculada pelo quociente entre a soma de bases e a capacidade de troca de cátions: $\%V = (SB / CTC) \times 100$. O valor V% é utilizado para identificar-se o grau de fertilidade dos solos, indicando a concentração de bases trocáveis no complexo sortivo do solo. Assim quanto maior a %V, mais fértil o solo, isso quando não for incluído a concentração do sódio na soma de bases. A saturação por base é um importante índice de acidez do solo para estabelecer dosagens adequadas de calcário para as principais culturas anuais e estratégias de manejo para a produção agrícola.

2.3.7 Matéria Orgânica

A matéria orgânica dos solos é representada por compostos de origem vegetal e animal, principalmente o primeiro, em variados graus de decomposição. A importância da matéria orgânica no solo é indiscutível, devido sua influência nos atributos químicos, físicos e biológicos do solo. Quimicamente é, de forma mais expressiva, fonte de carbono, hidrogênio, oxigênio, nitrogênio, enxofre, fósforo e boro, mas apresenta, em sua composição, todos os nutrientes, inclusive elementos tóxicos como Hg e Ag. A presença de fitomassa, além de acarretar maior aporte de

C, também tem influência nas propriedades do solo, uma vez que atua como isolante entre o solo e a atmosfera. A cobertura eficiente do solo impede a ação direta das gotas de chuvas, mantendo mais estáveis as variações de temperatura e umidade, favorecendo o desenvolvimento do sistema radicular e a atividade microbiana, contribuindo para a criação de um ambiente mais favorável à agregação das partículas do solo e, conseqüentemente, melhoria da sua qualidade (WENDLING et al., 2005).

No semiárido da Paraíba há predominância de uma vegetação xerófila e hiperxerófila de pequeno porte, folhas miúdas e espinhosas. Neste caso o aporte de matéria orgânica para o solo é pequeno e a concentração tende a ser baixa. Tal fato associado ao baixo conteúdo de água indica uma limitação na disponibilidade do material orgânico nesses ambientes.

O aporte e decomposição de serrapilheira ao solo depende de vários fatores: o clima, o solo, as características genéticas das plantas, a idade e a densidade das plantas. Em uma escala mais ampla, a produtividade vegetal é determinada pela distribuição de chuvas a qual influencia a disponibilidade de água no solo e, numa escala mais restrita, a disponibilidade de nutrientes (CORREIA & ANDRADE, 1999).

A determinação da concentração da matéria orgânica no solo também funciona como ferramenta para a gestão de resíduos orgânicos nos solos, tais como a compostagem, que consiste na “decomposição aeróbica de sólidos” e é adequado para uso na agricultura e recuperação de solos (INÁCIO & MILLER, 2009).

As plantas servem como fonte de C para a comunidade microbiana que, em troca, fornece nutrientes à vegetação, através da mineralização de resíduos vegetais e animais, e matéria orgânica do solo (SRIVASTAVA & SINGH, 1991). A microbiota do solo tem alta diversidade funcional e metabólica, o que lhe confere alta reatividade bioquímica (MOREIRA & SIQUEIRA, 2002). Bactérias e fungos têm uma alta exigência por nutrientes, e alguns nutrientes resultantes de materiais em decomposição, como o carbono, são retidos pela síntese dos decompositores de biomassa em um processo conhecido como imobilização (GALLARDO & SCHLESINGER, 1990).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Coleta dos dados

No estudo utilizou-se os resultados das análises químicas dos solos, realizadas pelo Laboratório de Solos da Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal/Campus de Patos/UFCG, para fins de levantamento de dados a respeito da fertilidade. As análises utilizadas são do período de 2006 a agosto de 2010, estritamente em amostras de solos provenientes de semiárido nordestino, pertencentes aos municípios apresentados na Tabela 1. Ao longo desses cinco anos somam-se 645 análises de solo. Para a matéria orgânica (MO) o total de análises fora de 185, devido a adoção recente da medição de MO pelo laboratório, sendo a mesma feita apenas quando é solicitada.

Tabela 1: Municípios de abrangência das amostras de solo

Estado	Nº de amostras	Município
Ceará	3	Mauriti.
Paraíba	580	Água Branca; Cabaceiras; Cacimba de Areia; Cajazeiras; Cajazeirinhas; Catingueira; Condado; Coremas; Desterro; Emas; Imaculada; Itaporanga; Juru; Malta; Maturéia; Olho D'água; Patos; Paulista; Pedra Branca; Piancó; Pombal; Princesa Izabel; Quixaba; Santa Luzia; Santa Terezinha; Santana de Mangueira; São João do Cariri; São João do Rio do Peixe; São José de Caiana; São José de Espinharas; São José de Princesa; São José do Bonfim; São Mamede; Taperoá; Teixeira e Várzea.
Pernambuco	9	Brejinho; Santa Terezinha e São José do Egito.
Rio Grande do Norte	53	Acari; Açú; Currais Novos; Equador; Florânea; Lagoa Nova; Parazinho; Parelhas; Santana do Seridó; São Fernando; São João do Sabugi; São José do Seridó; São Vicente; Tenente Laurentino Cruz.

3.2 Aspectos analíticos e instrumentais

O pH foi determinado em CaCl_2 0,01M, na proporção solo: CaCl_2 de 2:1 por potenciometria, a matéria orgânica por titulometria usando o método de Walcley e Black, o fósforo por espectrofotometria ultra-violeta, pelo método e Mellich I; o cálcio e magnésio por titulometria; o potássio e sódio por fotometria de chama, o hidrogênio mais alumínio por método SMP. As metodologias utilizadas estão descritas em Van Raij et al. (2001), EMBRAPA (1997) e Camargo et al. (1986).

Quanto aos métodos instrumentais de análises químicas são apresentados em Ewing (1972).

3.3 Análise Estatística

Realizou-se, inicialmente, uma análise de estatística descritiva com enfoque no valor de medida central (média, moda e mediana) e de dispersão (desvio padrão e coeficiente de variação). Na análise do coeficiente de variação(CV), adotou-se o critério proposto por Warrick & Nielsen (1980), onde coeficientes são classificados em três níveis: baixo ($CV < 12\%$), médio ($12\% < CV < 62\%$) e alto ($CV > 62\%$). Em seguida os resultados foram sistematizados em histogramas de frequência.

3.4 Análise da fertilidade do solo

Com base nos resultados da análises química das amostras, a interpretação da fertilidade do solo seguiu os parâmetros expostos na Tabela 2.

Tabela 2: Classes de interpretação dos atributos químicos do solo.

Atributos	Classes de Interpretação						
pH⁽¹⁾ (CaCl ₂)	Acidez alta < 5	Acidez média 5,1- 5,9	Acidez baixa 6,0- 6,9	Neutro 7,0	Alcalinidade baixa 7,1 – 7,4	Alcalinidade e média 7,5 – 7,9	Alcalinidade alta > 7,9
Ca⁽²⁾ (cmol _c dm ⁻³)	Baixo <2			Médio 2 – 4		Alto >4	-
Mg⁽²⁾ (cmol _c dm ⁻³)	Baixo <0,4			Médio 0,4-0,8		Alto >0,8	-
K⁽¹⁾ (mg.dm ⁻³)	Baixo 0-45			Médio 46-90		Alto 91-180	Muito alto >180
P⁽³⁾ (µg/cm ³)	Baixo 0-10			Médio 11-30		Alto >30	-
PST (%)⁽⁶⁾	Levemente sódico 7 – 15%		Moderadamente sódico 15,01 – 20%		Muito sódico 20,01 – 30%		Extremamente sódico > 30%
H + Al⁽⁴⁾ (cmol _c dm ⁻³)	Muito baixa ≤1,0	Baixa 1,01-2,5		Média 2,51-5,0		Bom 5,01-9,0	Muito bom >9,0
CTC⁽⁴⁾ (cmol _c dm ⁻³)	Muito baixo ≤0,8	Baixo 0,81-2,3		Médio 2,31-4,6		Bom 4,61-8,0	Muito bom >8,0
SB⁽⁵⁾ (cmol _c dm ⁻³)	Muito baixa ≤ 0,60	Baixa 0,61-1,80		Média 1,81-3,60		Bom 3,61-6,00	Muito bom > 6,00
%V⁽⁵⁾	Muito baixa <20%	Baixa 20,1- 44%		Média 40,1- 60%		Bom 60,1- 80%	Muito bom >80%
MO⁽³⁾ (g.dm ⁻³)	Baixo <15			Médio 15-25		Alto >25	-

⁽¹⁾ Recomendações de Adubação e Calagem Para o Estado do Ceará (1993); ⁽²⁾ Tomé Jr.(1997); ⁽³⁾ Sugestões de adubação para o estado da Paraíba-1ª aproximação (1979); ⁽⁴⁾ CFSEMG (1999); ⁽⁵⁾ Ribeiro et al. (1999); ⁽⁶⁾ Velasco (1981).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Estatística Descritiva

Nos resultados da análise descritiva (Tabela 2) observa-se que, para os atributos químicos do solo, as medidas de tendência central (média e mediana) são próximas entre si para o pH, Ca, Mg, K, Na, H+Al, CTC, SB, V% e MO, tal fator indica simetria na distribuição dos dados, com exceção apenas para o P.

Tabela 2: Estatística descritiva dos atributos químicos do solo

<i>Estatística</i>	Atributos Químicos										
	pH	Ca	Mg	K	P	PST	H + A	CTC	SB	V%	MO
Média	5,6	4,5	2,2	0,3	26	12,9	1,9	10	8,2	78,8	8,5
Mediana	5,5	4,0	2,0	0,3	11	14	1,6	9,0	7,5	82	7,3
Moda	5,0	3,0	2,0	0,2	2,9	13,5	1,6	7,0	7,2	88	2,3
Variância	0,6	17	1,7	0,1	1331	2,6	1,2	16	16,2	163,8	38,7
D.P.	0,8	4,1	1,3	0,2	36	7,6	1,1	4,0	4,0	12,8	6,2
Mínimo	3,8	0,7	0,2	0,03	0,3	1,0	0,1	3,0	1,4	17,0	0,8
Máximo	8,8	90	10,2	2,3	166	66	8,0	30,0	28,3	99,0	46,7
C.V.	14%	92%	58%	73%	13%	59,3%	58%	40%	49%	16%	73%

De acordo com a classificação do coeficiente de variação (CV), proposta por Warrick & Nielsen (1980), o pH, Mg, P, H+Al, CTC, SB e V%, apresentaram CV médio (12 a 62%), os demais atributos químicos do solo estudados tiveram CV alto (>62%). Segundo Vanni (1998), coeficiente de variação maior que 35% revela que a série é heterogênea e a média tem pouco significado, enquadrando-se nessa condição quase todos os atributos, com exceção do pH, do P e da V%, que se destacaram por apresentar menor variabilidade. Valores elevados de CV podem ser considerados como os primeiros indicadores da existência de heterogeneidade nos dados (FROGBROOK et al., 2002).

4.2 Análise da frequência dos atributos químicos no solo

4.2.1 pH

Os níveis de acidez ativa das amostras de solo analisadas encontram-se altos, sendo que 29% das amostras apresentam acidez alta (pH < 5), 43% das amostras apresentam acidez média (pH 5,1- 5,9) e cerca de 25% acidez baixa (pH 6,0 - 6,9), como mostra a Figura 1.

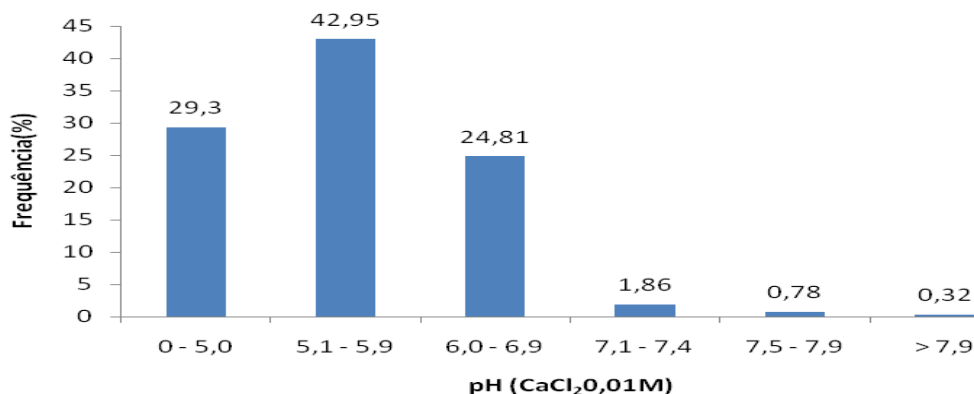


Figura 1: Distribuição da frequência (%) do pH em vários intervalos

As consequências da acidez dos solos para as culturas são variadas e contribuem para a baixa produtividade das mesmas. O pH controla a solubilidade dos nutrientes do solo, exercendo considerável influência sobre a absorção dos mesmos pela planta. A velocidade da mineralização do N é severamente reduzida em pH inferior a 6,0. Para o P quando a acidez é alta, em virtude da presença de quantidades elevadas de Fe, de Al e de outros cátions de metais pesados, formam-se fosfatos insolúveis desses elementos.

A acidez alta, também diminui a população de microorganismos que decompõem a matéria orgânica e auxiliam na liberação do nitrogênio, fósforo e enxofre. O pH baixo reduz a agregação das partículas em solos argilosos, causando baixa permeabilidade e aeração.

4.2.2 Cálcio

O cálcio, depois do ferro, é o nutriente mineral encontrado em maior concentração na maioria dos solos, geralmente em quantidades muito superiores às

necessidades das plantas. Para as amostras analisadas os níveis de Ca no solo para a maioria das amostras encontram-se altos ($> 4 \text{ cmol}_c\text{dm}^{-3}$), com cerca de 47%. A frequência de amostras que apresentam valores médios ($2 - 4 \text{ cmol}_c\text{dm}^{-3}$) corresponde a 37% e, apenas 16% apresentam baixos teores de Ca, Figura 2.

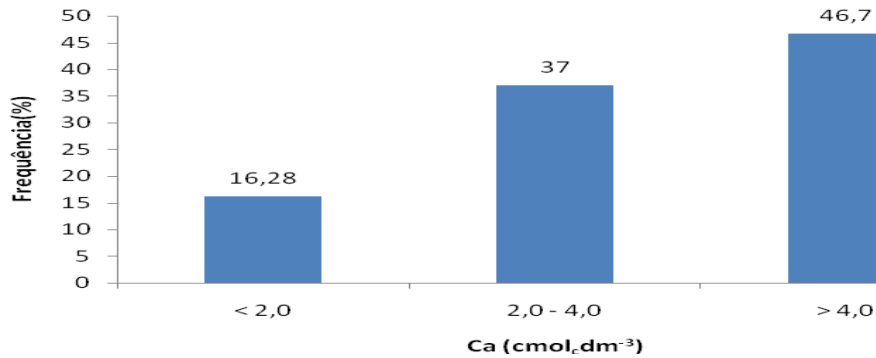


Figura 2: Distribuição da frequência (%) dos teores de Ca no solo

Solos de regiões áridas geralmente apresentam altos teores de Ca, qualquer que seja a textura. É o resultado da baixa precipitação e pequena lavagem a que estão sujeitos. Muitos desses solos contém no perfil depósitos secundários de CaCO_3 ou de CaSO_4 (MELLO 1983).

4.2.3 Magnésio

Os níveis de Mg encontram-se altos na maioria das amostras, 82% das análises indicaram teor de Mg maior que $0,8 \text{ cmol}_c\text{dm}^{-3}$, restando 18% a níveis de médio a baixo (Figura 3). Os altos teores de Mg no solo da região pode dar-se a seu processo de formação, a partir de materiais ricos desse elemento.

Mesmo exercendo pouca influência sobre as condições de solo, no que diz respeito as plantas, o Mg é de importância decisiva devido a sua condição de elemento essencial. Além disso, tem-se verificado um efeito favorável desse cátion sobre a absorção do P, natural do solo ou de fertilizantes (MELLO, 1983).

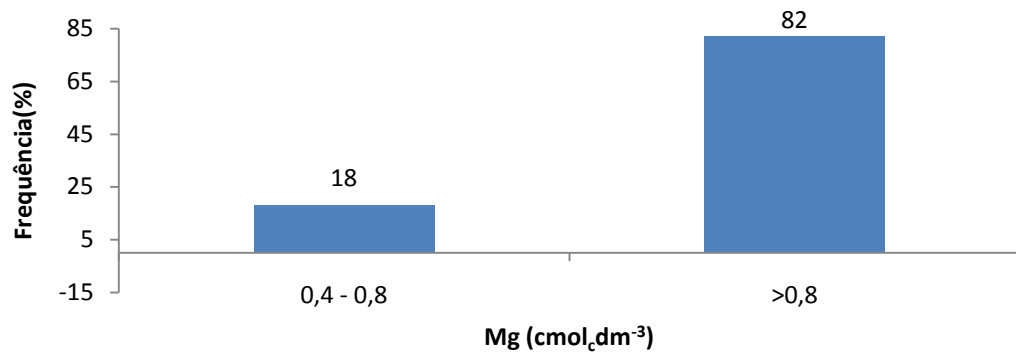


Figura 3: Distribuição da frequência(%) dos teores Mg no solo.

4.2.4 Potássio

A maior proporção das amostras 40,6% possui altos teores de K, seguidas de 38,6% que apresentam teores médios, 10,6% apresentam teores muito altos e 10,2% teores baixos de K (Figura 4)

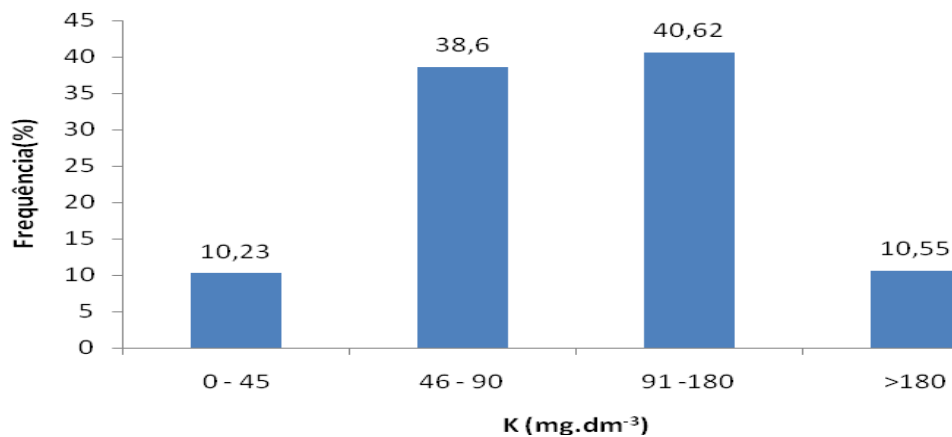


Figura 4: Distribuição da frequência(%) dos teores de K no solo.

4.2.5 Fósforo

A maior frequência, 47% das amostras de solo, encontra-se com baixos níveis de P (0 - 10 $\mu\text{g.cm}^{-3}$). Para níveis médios (11- 30 $\mu\text{g.cm}^{-3}$) e altos (>30 $\mu\text{g.cm}^{-3}$) a frequência das amostras foi de 26% para ambos os níveis (Figura 5).

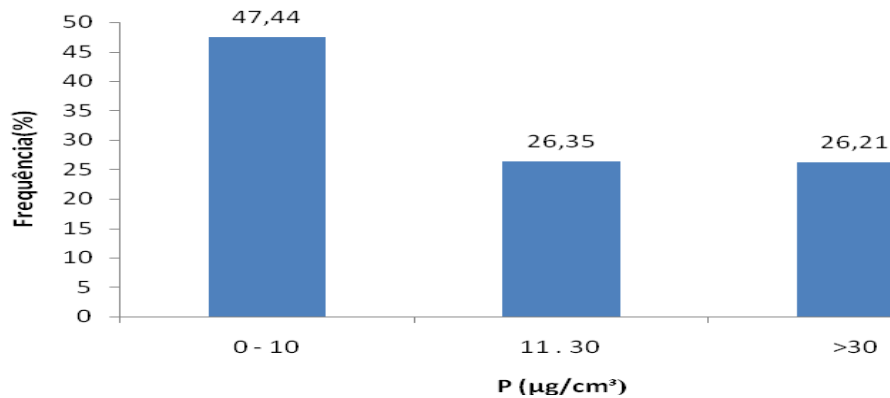


Figura 5: Distribuição da frequência (%) dos teores de P no solo.

A deficiência de P é um dos principais fatores que afeta a fertilidade dos solos e limita a produção agrícola em solos ácidos. Os teores de P obtidos nas amostras analisadas da região semiárida, estão baixos, podendo assim dizer que é um dos elementos que mais limita a produtividade das culturas nessa região.

De acordo com Malavolta (1976), 75% dos solos brasileiros têm teores baixos de fósforo e, entre os nutrientes N, P e K, o P é o mais usado em adubação no Brasil (RAIJ, 1991). Explica-se esta situação pela carência generalizada de fósforo nos solos brasileiros e, também, porque o elemento tem forte interação com o solo. A fixação de P em Latossolo vermelho-escuro de cerrado chega a até 90% (FAGERIA & BARBOSA FILHO, 1987).

4.2.6 Sódio

A classificação considerando os teores de Na do solo é dada a partir da Percentagem de Sódio trocável (PST), segundo esta os níveis são: levemente sódico (7-15%), moderadamente sódico (15,1-20%), muito sódico (20.1-30%) e extremamente sódico (>30%), (VELASCO, 1981). Pode-se afirmar que 60% das amostras de solos são levemente sódicos; 13% moderadamente sódicos, 10% muito sódicos e, 2,53% extremamente sódico(Figura 6); podendo-se inferir que as amostras não são derivadas de Perímetros Irrigados.

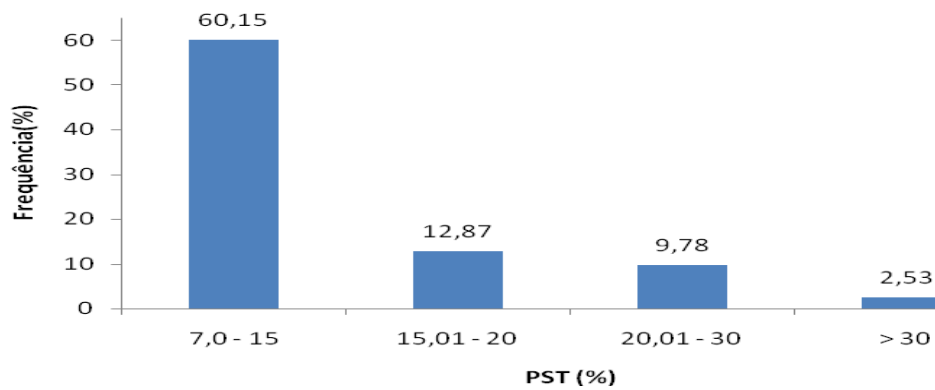


Figura 6: Distribuição da frequência(%) do PST no solo.

Em regiões semiáridas, o elemento pode acumular no solo em forma de sais NaCl, Na₂SO₄, e Na₂CO₃. A maior atenção ao sódio na agricultura é dada em regiões semiáridas, nas quais o acúmulo do elemento em solos provoca sérios problemas de dispersão do solo, com deterioração da estrutura e, conseqüentemente, das propriedades de infiltração de água e aeração. É um problema sério em solos alcalinos, afetando o crescimento vegetal.

4.2.7 Acidez potencial (H+Al)

Os níveis de H+Al encontra-se baixos na maioria das análises, sendo 12,6% a frequência de valores considerados muito baixos (<1 cmol_cdm⁻³) e 73% para valores baixos (1,01 – 2,5 cmol_cdm⁻³). Entre os valores de acidez potencial médio (2,51 e 5,0 cmol_cdm⁻³) a frequência de amostras foi de 11,4%, restando 3% do universo das amostras com valores altos de H+Al.

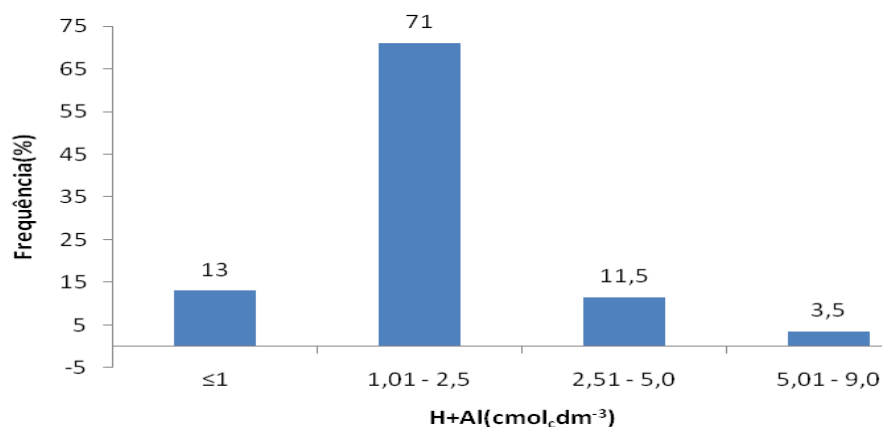


Figura 7: Distribuição da frequência(%) dos teores de H + Al no solo.

Apesar da maior abundância dos alumino-silicatos, os solos do semiárido tendem a apresentar baixa concentração de alumínio trocável, fato atribuído a baixa atividade bioclimática na região, resultando em menor concentração de monômeros e polímeros de Al na solução do solo.

4.2.8 CTC

Tomando-se como referência a classificação dos valores de CTC propostos pela CFSEMG (1999), cerca de 3% das amostras apenas possuem CTC de média a baixa, 38% possuem níveis de CTC bom ($4,61-8,0 \text{ cmol}_c\text{dm}^{-3}$) e a maioria das amostras (59%), possuem valores $>8,0 \text{ cmol}_c\text{dm}^{-3}$, considerados muito bom (Figura 8).

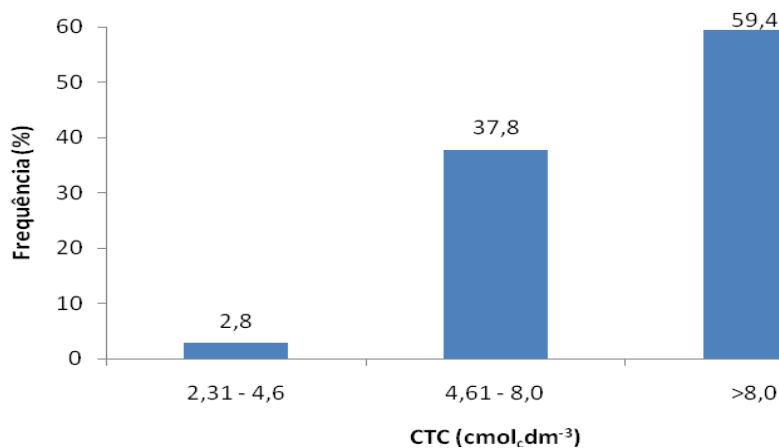


Figura 8: Distribuição da frequência(%) dos teores de CTC no solo.

4.2.9 Soma de Bases

A soma de bases das amostras em sua maioria apresentou valores superiores a 6 cmol dm^{-3} , indicando níveis muito bons de SB, de acordo com a classificação proposta por Ribeiro et al., (1999). Ainda utilizando a classificação do autor, 30% das análises se enquadram a nível bom de SB e 5,6% apresentam valores de médio a baixo de SB.

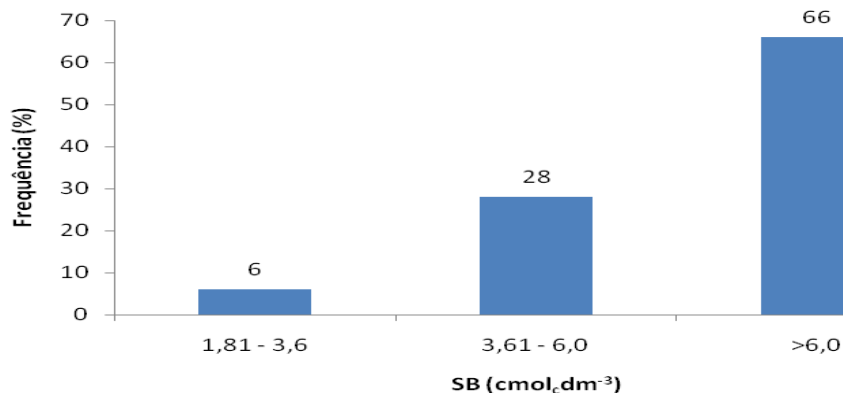


Figura 9: Distribuição da frequência(%) das SB do solo.

4.2.10 Saturação por Bases (%V)

A saturação por bases (%V) em sua maioria encontra-se em níveis classificados como bom e muito bom, (42% e 49,5% respectivamente). Os valores médios foram obtidos em 4,3% das amostras e valores considerados baixos e muito baixos foram obtidos em 2,2% das amostras; segundo a classificação proposta por Ribeiro et al, (1999).

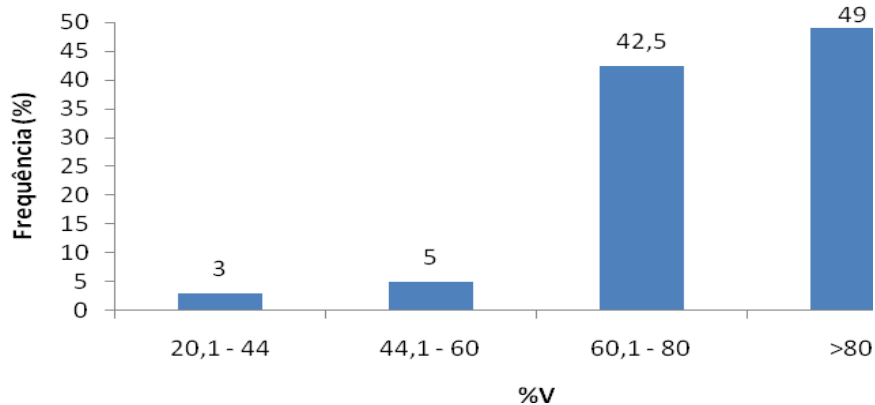


Figura 10: Distribuição da frequência (%) da V% do solo.

4.2.11 Matéria Orgânica

Os índices de matéria orgânica foram baixos em sua maioria, 92% das amostras apresentam menos que 15 g.dm⁻³ de MO, restando 8% das amostras com índices de médios a altos de MO, segundo a classificação proposta por Sugestões de adubação para o estado da Paraíba - 1ª aproximação (1979), como mostra a Figura 11.

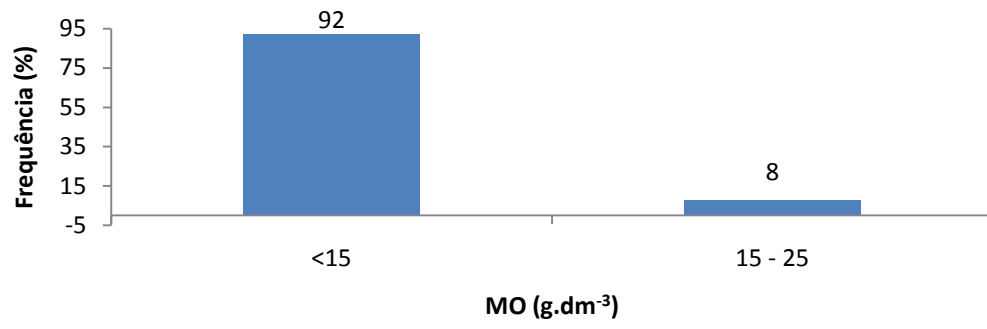


Figura 11: Distribuição da frequência (%) da MO do solo

5 CONCLUSÃO

1. Os valores dos atributos químicos demonstraram uma elevada heterogeneidade (alto CV), com destaque para o sódio, cálcio, matéria orgânica e potássio;
2. Há necessidade de recomendação de fertilização fosfatada nos solos;
3. Os solos exigem manejo que elevem os conteúdos de matéria orgânica;
4. Relativamente a outras regiões do Brasil, os solos do semiárido são férteis, no entanto apresentam limitações químicas que precisam ser corrigidas;
5. São necessárias mais pesquisas, no semiárido, sobre a avaliação da fertilidade de solo em áreas sob diferentes manejos e coberturas vegetais.

REFERÊNCIAS

- AGBENIN, J.O.; TIESSEN, H. Phosphorus transformations in a toposequence of Lithosols and Cambisols from semiarid northeastern Brazil. **Geoderma**, 62:345-362, 1994.
- ARAUJO FILHO, J.A.; BARBOSA, T.M.L. Manejo agroflorestral da caatinga: uma proposta de sistema de produção. In: OLIVEIRA, T.S. et al. **Agricultura, sustentabilidade e o semiárido**. Fortaleza: UFC, Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000, p. 47-57.
- ARAÚJO, S.B.M.; SCHAEFER, C.E.R.; SAMPAIO, E.V.S.B. Soil phosphorus fractions from toposequences of semi-arid Latosols and Luvisols in northeastern Brazil. **Geoderma** 119:309-321, 2004.
- BRASIL, Ministério da Agricultura, Ministério do Interior. **I. Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do estado da Paraíba. II. Interpretação para uso agrícola dos solos do Estado da Paraíba**. Rio de Janeiro, 1972, 683 p.
- CAMARGO, O. A. de. et al. **Métodos de análise química, mineralógica e física do solo do Instituto Agrônomo de Campinas**. Boletim técnico 106, Campinas, 1986. 94 p.
- CANTARUTTI, R. B. et al. Avaliação da Fertilidade do solo e Recomendação de Fertilizantes. In: NOVAIS, R. F. et al. **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2009.p. 768-850.
- CFSEMG - COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa 1999. 360p
- CHAVES, L. H. G. et al. Salinidade das águas superficiais e suas relações com a natureza dos solos na Bacia Escola do Açude Namorado e Diagnóstico do Uso e Degradação das Terras. **Relatório técnico**. Campina Grande, 2002.
- CORREIA, M. E. F.; ANDRADE, A. G. de. Formação de serrapilheira e ciclagem de nutrientes. In: SANTOS, G. de A.; CAMARGO, F. A. de O. **Fundamentos da matéria orgânica do solo - ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre, RS, Ed. Genesis, 1999. 508p.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solos**. Rio de Janeiro,RJ, 2ª Ed. 1997. 212p.
- EMBRAPA. Amostragem para análise de fertilidade do solo em cultivo de fruteiras. **Instruções técnicas da EMBRAPA semiárido**. Petrolina, PE, 2001
- EPSTEIN, E; BLOOM, E. **Nutrição Mineral de Plantas-princípios e perspectivas**. Londrina, PR. Ed. Planta. 2006. 403p.

EWING, G. W. **Métodos instrumentais de análise química**. Ed. Edgard Blucher, São Paulo, 1972. 296p.

FAGERIA, N.K.; BARBOSA FILHO, M.P. Phosphorus fixation in oxisol of central Brazil. **Fertilizers and Agriculture**, Paris, v.94, p.33-47, 1987.

FASSBENDER, H. W. **Química de suelos- com ênfase em suelos de America Latina**. San José, Costa Rica, IICA, 1986. 398p.

FROGBROOK, Z.L. et al. Exploring the spatial relations between cereal yield and soil chemical properties and the implications for sampling. **Soil Use and Management**, Oxon, v.18, n.1, p.1-9, 2002.

GALLARDO, A.; SCHLESINGER, W.H. Estimating microbial biomass nitrogen using the fumigation-incubation and fumigation-extraction methods in a warm-temperate forest soil. **Soil Biol. & Biochem.**, v.7, p.927-932, 1990.

GHEYI, H.R.. Problemas de salinidade na agricultura irrigada. In: OLIVEIRA, T. et al. **Agricultura, sustentabilidade e o semiárido**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000, p.329-345.

INÁCIO, C. de T.; MILLER, P. R. M. **Compostagem - Ciência e prática para a gestão de resíduos orgânicos**. Rio de Janeiro, Embrapa solos, 2009. 156p.

MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola; nutrição de plantas e fertilidade do solo**. São Paulo, Agronômica Ceres, 1976. 528 p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: POTAFOS, 1989. 201 p.

MARTINS, C. M. **Atributos de solos e sua relação com o processo de desertificação no semiárido de Pernambuco**. 2009. 94 p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) Universidade Federal Rural de Pernambuco. Departamento de Agronomia. Recife 2009.

MATALLO JÚNIOR, H. **Indicadores de desertificação: Histórico e perspectivas**. Brasília, UNESCO. 126p. 2001.

MELLO, F. de A. F. et al. **Fertilidade do solo**, São Paulo, Ed Nobel, 1983. 400p.

MELO, V. de F.; ALLEONI, L. R. F. Química e mineralogia do solo. **Parte I- Conceitos Básicos**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Viçosa, Minas Gerais, 2009a. 695p.

MENEZES, R. C. S.; GARRIDO, M. da S.; PEREZ M., A. M. Fertilidade dos solos no semiárido. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 30, 2005. Recife. **Palestras...** Recife: UFRPE/SBCS, 2005. CD-ROM.

MENEZES, R. S. C.; SAMPAIO, E. V. S. B. Simulação dos fluxos e balanços de fósforo em uma unidade de produção agrícola familiar no semiárido paraibano. In:

SILVEIRA, L. M.; PETERSEN, P.; SABOURIN, E. (Org). **Agricultura familiar e agroecologia no semiárido**: avanços a partir do Agreste da Paraíba. Rio de Janeiro: AS-PTA, 2002. p. 249-260.

MIN. MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL, BRASIL. **Nova delimitação do Semiárido brasileiro**. Brasília-DF, 2004. 33p.

MOREIRA, F.M.S. & SIQUEIRA, J.O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Editora UFLA, Lavras. 2002. 626p.

MUNNS, R. Comparative physiology of salt and water stress. **Plant Cell Environ.**, v. 25, p.239-250, 2002

MUZILLI, O. et al. **Análise de solos: interpretação e recomendação de calagem e adubação para o Estado do Paraná**. Londrina : Instituto Agrônômico do Paraná, 1978. 49p.

NOVAIS, R. F. de; SMYTH, T. J. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais**. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa. 1999. 399p.

RAIJ, B. VAN. et al. **Análise química para a avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas, Instituto Agrônômico, 2001. 285p.

RAIJ, B. VAN. et al. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas : Instituto Agrônômico, 1985. 107p

RAIJ, B. VAN. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Ceres. 1991. 343 p.

RECOMENDAÇÃO DE ADUBAÇÃO PARA O ESTADO DE PERNAMBUCO (2ª APROXIMAÇÃO). Eds Francisco José de A. Cavalcanti et al, 2ª Ed, IPA, Recife , PE, 1998. 198p.

RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ, V.H. (Ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa - MG: UFV, p. 25-32, 1999.

SALCEDO, I. H. **Fertilidade do solo e agricultura de subsistência: desafios para o semiárido nordestino**. Fertbio 2004, Soc. Bras. Ci. Solo, Lajes, SC, CD-ROM, 2004.

SAMPAIO, E. V. S. B.; ARAÚJO, M. do S. B. Desertificação no Nordeste do Brasil. In. CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 30. 2005. Recife. Palestra. **Anais...**, Recife, 2005. CD-ROM.

SAMPAIO, E.V. S. B.; SALCEDO, I. H. Diretrizes para o manejo sustentável dos solos brasileiros: região semiárida. In. CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26. Mesa Redonda. **Anais...**, Rio de Janeiro, 1997. CD-ROM, 1997.

SANTOS, R.V. dos. **Correção de um solo salino-sódico e absorção de nutrientes pelo feijoeiro vigna (*Vigna unguiculata* (L.) WALP)**. Piracicaba: ESALQ. 1995. 120p. Tese Doutorado.

SANTOS, R.V. dos.; MURAOKA, T. Interações salinidade e fertilidade do solo. In.: GHEYI, H.R., QUEIROZ, J.E. & MEDEIROS, J.F. de. SIMPÓSIO MANEJO E CONTROLE DA SALINIDADE NA AGRICULTURA IRRIGADA, 27: **Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada**. Campina Grande: UFPB, 1997. 383p.

SHARPLEY, A. N.; CURTIN, D.; SYERS, J.K. Changes in water-extractability of soil inorganic phosphate induced by sodium saturated benchmark soil. **Soil Science Society Australian Journal** p.637-40, 1988.

SIQUEIRA, O. J. F. et al. **Recomendações de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Passo Fundo, EMBRAPA/CNPT, 1987. 100 p.

SOUTO, P. C. et al. Decomposição de esterco dispostos em diferentes profundidades em área degradada no semiárido da Paraíba. **R. Bras. Ci. Solo**, Viçosa, v. 29, n.1, 2005.

SRIVASTAVA, S.C.; SINGH, J.S. Microbial C, N and P in dry tropical forest soils: effects of alternate land-uses and nutrient flux. **Soil Biol. & Biochem.** v.23, p.117-124, 1991.

SUDENE. **Levantamento Exploratório**: Reconhecimento de solos do Estado da Paraíba. Serviço Nacional de Levantamento de Solos, Rio de Janeiro, Embrapa, 1979. 683p.

SUGESTÕES DE ADUBAÇÃO PARA O ESTADO DA PARAÍBA-1ª APROXIMAÇÃO. EMATER-PB. João Pessoa-PB. 1979. 105p.

TIESSEN, H.; CUEVAS, E. CHACON, P. The role of soil organic matter in sustaining soil fertility, **Nature**, v.371, p.783-785, 1994.

TOMÉ Jr., J. B. **Manual para Interpretação de Análise de Solo**. Livraria e Editora Agropecuária, Guaíba, RS, 1997. 247p.

TREVISAN, R.; MATTOS, M. L. T.; HERTER, F. G. Atividade microbiana em argissolo vermelho-amarelo distrófico coberto com aveia preta (*Avena sp*) no outono, em um pomar de pessegueiro. **Científ. Rur.**, Bagé, v. 7, n. 2, p. 83-89, 2002.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ. **Recomendações de adubação e calagem para o estado do Ceará**. 1993. 248p.

VANNI, S.M. **Modelos de regressão: estatística aplicada**. São Paulo: Legmar Informática & Editora, 1998. 177p.

VELASCO, I. Improving the sodic soils of Spain. **Sulfur Agriculture**. 1981.

WARRICK, A.W.; NIELSEN, D.R. Spatial variability of soil physical properties the soil. In: HILL, D. (Ed.) **Applications of soil Physics**. New York: Academic Press, 1980, cap.13, p. 319-344.

WENDLING, B. et al. **Carbono orgânico e agregados de um Latossolo Vermelho sob diferentes manejos**. Pesquisa Agropecuária Brasileira. Brasília, v. 40, n. 5, p. 487-494, 2005.

Weirich Neto, P. H. et al. Correção da acidez do solo em função de modos de incorporação de calcário. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 2, p. 257-261, 2000